

LOW-FRICTION SLIDING MATERIAL AND LUBRICATING OIL COMPOSITION FOR USE THEREIN

Publication number: JP2004155891

Publication date: 2004-06-03

Inventor: KONISHI SHOZABURO; KANO MAKOTO; YASUDA
YOSHITERU; MABUCHI YUTAKA

Applicant: NIPPON OIL CORP; NISSAN MOTOR

Classification:

- international: C10M169/04; C10M129/68; C10M133/02; C10M133/04;
C10M133/06; C10M133/16; C10M133/54; C10M133/56;
C10M137/10; C10M139/00; C10M141/06; C10M141/10;
C23C14/06; C23C16/26; F01M9/10; F01M11/00;
C10N10/04; C10N30/06; C10N40/02; C10N40/25;
C10N80/00; C10M169/00; C10M129/00; C10M133/00;
C10M137/00; C10M139/00; C10M141/00; C23C14/06;
C23C16/26; F01M9/00; F01M11/00; (IPC1-7):
C10M169/04; C10M129/68; C10M133/04; C10M133/54;
C10M133/56; C10M137/10; C10M139/00; C23C14/06;
C23C16/26; C10N30/06; C10N40/02; C10N40/25

- European:

Application number: JP20020322322 20021106

Priority number(s): JP20020322322 20021106

Report a data error here

Abstract of JP2004155891

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low-friction sliding material having highly excellent low-frictional properties and also exerting fuel economy-saving effect even greater than a conventional combination of a sliding member of an aluminum alloy and steel material and an organomolybdenum compound, and to provide a lubricating oil composition for use in the low-friction sliding material.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-155891

(P2004-155891A)

(43) 公開日 平成16年6月3日(2004.6.3)

(51) Int. Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

C 1 O M 169/04

C 1 O M 169/04

4 H 1 O 4

C 1 O M 129/68

C 1 O M 129/68

4 K O 2 9

C 1 O M 133/04

C 1 O M 133/04

4 K O 3 O

C 1 O M 133/54

C 1 O M 133/54

C 1 O M 133/56

C 1 O M 133/56

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-322322 (P2002-322322)

(22) 出願日 平成14年11月6日(2002.11.6)

(71) 出願人 000004444

新日本石油株式会社

東京都港区西新橋1丁目3番12号

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(74) 代理人 100102141

弁理士 的場 基憲

(72) 発明者 小西 正三郎

神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本
石油株式会社内

(72) 発明者 加納 眞

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低摩擦摺動材料及びこれに用いる潤滑油組成物

(57) 【要約】

【課題】極めて優れた低摩擦特性を示し、更には従来のアルミニウム合金と鋼材料の摺動部と有機MO化合物との組合せよりも更に優れた省燃費効果を発揮し得る低摩擦摺動材料及びこれに用いる潤滑油組成物を提供すること。

【解決手段】 DLC部材と、アルミニウム合金部材と、これらの摺動面に脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物を用いる低摩擦摺動材料である。

上記低摩擦摺動材料に用いられ、脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物である。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ダイヤモンドライクカーボン（DLC）部材とアルミニウム合金部材との摺動面に、脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物を用いることを特徴とする低摩擦摺動材料。

【請求項 2】

上記 DLC 部材が、水素を含まないアモルファスカーボン（ $a-C$ ）系材料から成ることを特徴とする請求項 1 に記載の低摩擦摺動材料。

【請求項 3】

上記 DLC 部材及びアルミニウム合金部材のそれぞれの表面粗さが、算術平均粗さ R_a で、 $0.1 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の低摩擦摺動材料。 10

【請求項 4】

上記 DLC 部材は、表面硬さが、マイクロビッカース硬さ（ $10g$ 荷重）で $HV1000 \sim 3500$ 、厚さが $0.3 \sim 2.0 \mu m$ であり、上記アルミニウム合金部材は、表面硬さが、ブリネル硬さ $H_B 80 \sim 130$ であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動材料。

【請求項 5】

内燃機関の摺動部に使用されることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動材料。

【請求項 6】

上記アルミニウム合金が、シリコンを $4 \sim 20\%$ 及び銅を $1.0 \sim 5.0\%$ 含む亜共晶アルミニウム合金又は過共晶アルミニウム合金であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動材料。 20

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれか 1 つの項に記載の低摩擦摺動材料に用いられる潤滑油組成物であって、

上記脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤が炭素数 $6 \sim 30$ の炭化水素基を有し、組成物全量基準で $0.05 \sim 3.0\%$ 含まれて成ることを特徴とする潤滑油組成物。

【請求項 8】

ポリプテニルコハク酸イミド及び／又はその誘導体を含有することを特徴とする請求項 7 に記載の潤滑油組成物。 30

【請求項 9】

上記ポリプテニルコハク酸イミド及び／又はその誘導体の含有量が、組成物全量基準で $0.1 \sim 15\%$ であることを特徴とする請求項 8 に記載の潤滑油組成物。

【請求項 10】

ジチオリン酸亜鉛を含有し、その含有量が、組成物全量基準且つリン元素換算量で、 0.1% 以下であることを特徴とする請求項 7～9 のいずれか 1 つの項に記載の潤滑油組成物。

【発明の詳細な説明】 40

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、低摩擦摺動材料及びこれに用いる潤滑油組成物に係り、更に詳細には、内燃機関等での使用に適し、極めて優れた低摩擦性を示す低摩擦摺動材料及びこれに用いる潤滑油組成物に関する。

【0002】

【従来の技術】

地球全体の温暖化、オゾン層の破壊など地球規模での環境問題が大きくクローズアップされ、とりわけ地球全体の温暖化に大きな影響があるといわれている CO_2 削減については各国でその規制値の決め方をめぐって大きな関心を呼んでいる。 50

CO₂削減については、自動車の燃費の削減を図ることが大きな課題の1つであり、摺動材料と潤滑油が果たす役割は大きい。

摺動材料の役割は、エンジンの摺動部位の中で摩擦摩耗環境が苛酷な部位に対して耐磨耗性に優れ且つ低い摩擦係数を発現することであり、最近では、種々の硬質薄膜材料の適用が進んでいる。一般にDLC材料は、空気中、潤滑油非存在下における摩擦係数が、TiNやCrNといった耐磨耗性の硬質被膜材料と比べて低いことから低摩擦摺動材料として期待されている。

【0003】

また、潤滑油における省燃費対策としては、▲1▼低粘度化による、流体潤滑領域における粘性抵抗及びエンジン内の抵抗の低減、▲2▼最適な摩擦調整剤と各種添加剤の配合による、混合及び境界潤滑領域下での摩擦損失の低減、が提言されており、摩擦調整剤としては、MODTCやMODTPといった有機MO化合物を中心に多くの研究がなされており、従来の鋼材料から成る摺動面においては、使用開始初期に優れた低摩擦係数を示す有機MO化合物を配合した潤滑油が適用され、効果を上げていた。

【0004】

しかしながら、空気中において低摩擦性に優れた一般のDLC材料は、潤滑油存在下においては、その摩擦低減効果が小さいことが報告されている（例えば、非特許文献1参照）。

また、この摺動材料に有機モリブデン化合物を含有する潤滑油組成物を適用したとしても摩擦低減効果が十分発揮されていないことがわかってきている（例えば、非特許文献2参照）。

【0005】

【非特許文献1】

加納 他「日本トライボロジー学会予稿集・東京」、1999年5月、P11~12

【非特許文献2】

Kano et al. 「World Tribology Congress」、2001年9月、Vienna, Proceeding, P342

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような従来技術の有する課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、極めて優れた低摩擦特性を示し、更には従来のアルミニウム合金と鋼材料の摺動部と有機MO化合物との組合せよりも更に優れた省燃費効果を発揮し得る低摩擦摺動材料及びこれに用いる潤滑油組成物を提供することにある、更に、本発明は耐磨耗性に優れ、安定的に低摩擦特性を発揮し得る低摩擦材料を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、DLC部材とアルミニウム合金部材とを、所定の無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物存在下で摺動させることにより、上記課題が解決されることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0008】

即ち、本発明の低摩擦摺動材料は、DLC部材と、アルミニウム合金部材と、これらの摺動面に脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物を用いることを特徴とする。

【0009】

また、本発明に用いる潤滑油組成物は、上記低摩擦摺動材料に用いられる潤滑油組成物であって、

脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

10

20

30

40

50

以下、本発明の低摩擦摺動材料について、更に詳細に説明する。なお、本明細書において「%」は、特記しない限り質量百分率を示す。

かかる低摩擦摺動材料は、DLC部材とアルミニウム合金部材とを摺動させる際に、DLC部材とアルミニウム合金部材との摺動面に脂肪酸エステル系及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物を介在させる。これより、DLC部材とアルミニウム合金部材とが従来よりも極めて低摩擦で摺動する。

【0011】

ここで、上記DLC部材を構成するDLC（ダイヤモンドライクカーボン）材は、炭素元素を主として構成された非晶質であり、炭素同士の結合形態がダイヤモンド構造（ SP^3 結合）とグラファイト結合（ SP^2 結合）の両方から成る。具体的には、炭素元素だけから成る α -C（アモルファスカーボン）、水素を含有する α -C:H（水素アモルファスカーボン）、及びチタン（Ti）やモリブデン（Mo）等の金属元素を一部に含むMeCが挙げられるが、本発明においては、上記DLC部材は大幅な摩擦低減効果の発揮の面から、水素を含まない α -C系材料から成ることが好適である。

上記アルミニウム合金部材の構成材料としては、シリコン（Si）を4～20%及び銅（Cu）を1.0～5.0%含む亜共晶アルミニウム合金又は過共晶アルミニウム合金を用いることが好ましい。具体的にはAC2A、AC8A、ADC12やADC14（JIS）などを挙げることができる。

【0012】

また、上記DLC部材及びアルミニウム合金部材のそれぞれの表面粗さは、算術平均粗さ R_a で、0.1 μ m以下であることが摺動の安定性の面から好適である。0.1 μ mを超えると局部的にスカuffingを形成し、摩擦係数の大幅向上となることがある。

更に、上記DLC部材は、表面硬さが、マイクロビッカース硬さ（10g荷重）でHV1000～3500、厚さが0.3～2.0 μ mであることが好ましく、上記アルミニウム合金部材は、表面硬さが、ブリネル硬さ H_B 80～130であることが好ましい。DLC部材の表面硬さ及び厚さが上記範囲から外れるとHV1000未満、厚さ0.3 μ m未満では摩滅し、逆にHV3500、厚さ2.0 μ mを超えると剥離し易くなり、アルミニウム合金部材の表面硬さが上記から外れると H_B 80未満ではアルミニウム合金が摩耗し易くなることがある。

【0013】

本発明の低摩擦摺動材料は、潤滑油を介在させて2つの金属表面が接触する摺動面であれば何ら限定なく使用できるが、代表的には、内燃機関の摺動部として使用できる。この場合は、従来に比べて極めて優れた低摩擦特性が得られるので有効である。

【0014】

次に、本発明に用いる潤滑油組成物について詳細に説明する。

かかる潤滑油組成物は、潤滑油基油に、脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤を含有して成り、上述した低摩擦摺動材料に用いられる。

【0015】

ここで、上記脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤としては、炭素数6～30、好ましくは炭素数8～24、特に好ましくは炭素数10～20の直鎖状又は分枝状炭化水素基を有する脂肪酸エステル、脂肪族アミン化合物及びこれらの任意混合物を挙げることができる。炭素数が6～30でないときは、本発明のような摩擦低減効果が十分得られない可能性がある。

ここで、上記潤滑油基油としては特に限定されるものではなく、通常、潤滑油組成物の基油として用いられるものであれば、鉱油系基油、合成系基油を問わず使用することができる。

鉱油系基油としては、具体的には、原油を常圧蒸留及び減圧蒸留して得られた潤滑油留分を溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろ、水素化精製、ワックス異性化等の処理を1つ以上行って精製したもの等が挙げられ、特に水素化分解処理や水素化精製処理あるいはワックス異性化処理が施されたもの等の各種の基油を用いることができる。

10

20

30

40

50

【0016】

合成系基油としては、具体的には、アルキルナフタレン、アルキルベンゼン、ポリブテン又はその水素化物；1-オクテンオリゴマー、1-デセンオリゴマー等のポリ- α -オレフィン又はその水素化物；ジトリデシルグルタレート、ジオクチルアジペート、ジイソデシルアジペート、ジトリデシルアジペート、及びジオクチルセバケート等のジエステル；トリメチロールプロパンカプリレート、トリメチロールプロパンベラルゴネート、ペンタエリスリトール-2-エチルヘキサノエート、及びペンタエリスリトールベラルゴネート等のポリオールエステル及びこれらの混合物等が例示できる。中でも、1-オクテンオリゴマー、1-デセンオリゴマー等のポリ- α -オレフィン又はその水素化物が好ましい例として挙げられる。

10

【0017】

本発明の潤滑油組成物における基油は、鉱油系基油又は合成系基油を単独あるいは混合して用いる以外に、2種類以上の鉱油系基油、あるいは2種類以上の合成系基油の混合物であっても差し支えない。また、上記混合物における2種類以上の基油の混合比も特に限定されず任意に選ぶことができる。

【0018】

潤滑油基油の全芳香族含有量には特に制限はないが、15%以下であることが好ましく、より好ましくは10%以下、さらに好ましくは8%である。潤滑油基油の全芳香族含有量が15%を超える場合には、酸化安定性が劣るため好ましくない。また、高度水素化分解鉱油あるいは1-デセンオリゴマー水素化物等、潤滑油基油の全芳香族含有量が2%以下、あるいは0%であっても摩擦低減効果の高い組成物を得ることができるが、例えば、脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤の含有量が1%を超える場合には、貯蔵安定性に劣る可能性があるため、必要に応じて溶剤精製鉱油やアルキルベンゼン等を配合することにより潤滑油基油の全芳香族含有量を調整する（例えば2%以上とする）ことが好ましい。ここで、全芳香族含有量とは、ASTM D2549に準拠して測定した芳香族留分（aromatic fraction）含有量を意味し、通常この芳香族留分には、アルキルベンゼン、アルキルナフタレン、アントラセン、フェナントレン、及びこれらのアルキル化物、四環以上のベンゼン環が縮合した化合物、又はビリジン類、キノリン類、フェノール類、ナフトール類等のヘテロ芳香族を有する化合物等が含まれる。

20

30

【0019】

潤滑油基油の動粘度は、特に制限はないが、内燃機関用潤滑油組成物として使用する場合には、100℃における動粘度は、 $2\text{ mm}^2/\text{S}$ 以上であることが好ましく、より好ましくは $3\text{ mm}^2/\text{S}$ 以上であり、一方、その動粘度は、 $20\text{ mm}^2/\text{S}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{ mm}^2/\text{S}$ 以下、特に $8\text{ mm}^2/\text{S}$ 以下であることが好ましい。潤滑油基油の100℃における動粘度を $2\text{ mm}^2/\text{S}$ 以上とすることによって油膜形成が十分であり、潤滑性に優れ、また、高条件下での基油の蒸発損失がより小さい組成物を得ることができる。一方、100℃における動粘度を $20\text{ mm}^2/\text{S}$ 以下とすることによって、流体抵抗が小さくなるため潤滑個所での摩擦抵抗のより小さい組成物を得ることができる。

【0020】

40

また、潤滑油基油の粘度指数は、特に制限はないが、80以上であることが好ましく、内燃機関用潤滑油組成物として使用する場合には、100以上であることが好ましく、120以上であることが特に好ましい。潤滑油基油の粘度指数が高いものを選択することにより低温粘度特性に優れるだけでなく、摩擦低減効果に優れた組成物を得ることができる。

【0021】

上記炭素数6～30の直鎖状又は分枝状炭化水素基としては、具体的には、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基、ノナデシル基、イコシル基、ヘンイコシル基、ドコシル基、トリコシル基、テトラコシル基、ペンタコシル基、ヘキサコシル基、ヘプタコシル基、オクタコシル基、ノナコシ

50

ル基及びトリアコンチル基等のアルキル基、ヘキセニル基、ヘプテニル基、オクテニル基、ノネニル基、デセニル基、ウンデセニル基、ドデセニル基、トリデセニル基、テトラデセニル基、ヘンタデセニル基、ヘキサデセニル基、ヘプタデセニル基、オクタデセニル基、ノナデセニル基、イコセニル基、ヘンイコセニル基、ドコセニル基、トリコセニル基、テトラコセニル基、ヘンタコセニル基、ヘキサコセニル基、ヘプタコセニル基、オクタコセニル基、ノナコセニル基及びトリアコンテニル基等のアルケニル基などを挙げることもできる。

なお、上記アルキル基及びアルケニル基には、考えられる全ての直鎖状構造及び分枝状構造が含まれ、また、アルケニル基における二重結合の位置は任意である。

【0022】

また、上記脂肪酸エステルとしては、かかる炭化水素基を有する脂肪酸と脂肪族1価アルコール又は脂肪族多価アルコールとから成るエステルなどを例示できる。具体的な好適例としては、グリセリンモノオレート、グリセリンジオレート、ソルビタンモノオレート及びソルビタンジオレートなどが挙げられる。

更に、上記脂肪族アミン化合物としては、脂肪族モノアミン又はそのアルキレンオキシド付加物、脂肪族ポリアミン、イミダゾリン化合物等、及びこれらの誘導体等を例示できる。具体的には、ラウリルアミン、ラウリルジエチルアミン、ラウリルジエタノールアミン、ドデシルジフロパノールアミン、パルミチルアミン、ステアリルアミン、ステアリルテトラエチレンペンタミン、オレイルアミン、オレイルフロピレンジアミン、オレイルジエタノールアミン、及びN-ヒドロキシエチルオレイルイミダゾリン等の脂肪族アミン化合物や、これら脂肪族アミン化合物のN、N-ジポリオキシアルキレン-N-アルキル（又はアルケニル）（炭素数6〜28）等のアミンアルキレンオキシド付加物、これら脂肪族アミン化合物に炭素数2〜30のモノカルボン酸（脂肪酸等）や、シュウ酸、フタル酸、トリメリット酸、ピロメリット酸等の炭素数2〜30のポリカルボン酸を作用させて、残存するアミノ基及び／又はイミノ基の一部又は全部を中和したりアミド化した、いわゆる酸変性化合物等が挙げられる。好適な例としては、N、N-ジポリオキシエチレン-N-オレイルアミン等が挙げられる。

【0023】

また、本発明に用いる潤滑油組成物に含まれる脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤及び／又は脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤の含有量は、特に制限はないが、組成物全量基準で、0.05〜3.0%であることが好ましく、更に好ましくは0.1〜2.0%、特に好ましくは0.5〜1.4%であることがよい。上記含有量が0.05%未満であると摩擦低減効果が小さくなり易く、3.0%を超えると摩擦低減効果に優れるものの潤滑油への溶解性や貯蔵安定性が著しく悪化し、沈殿物が発生し易いので、好ましくない。

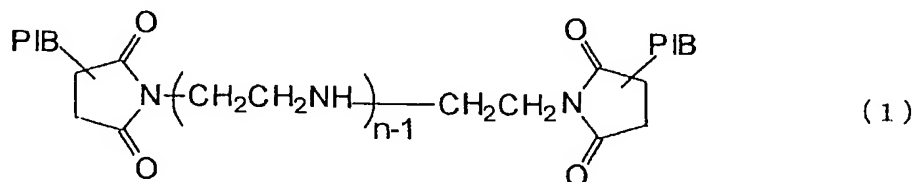
【0024】

更に、本発明に用いる潤滑油組成物は、ポリブテニルコハク酸イミド及び／又はその誘導体を含むことが好適である。

上記ポリブテニルコハク酸イミドとしては、次の一般式（1）及び（2）

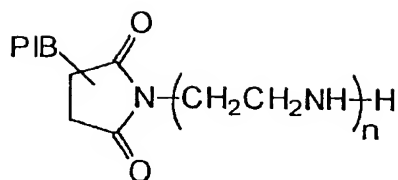
【0025】

【化1】



【0026】

【化 2】



(2)

【0027】

で表される化合物が挙げられる。これら一般式におけるPIBは、ポリブテニル基を示し、高純度イソブテン又は1-ブテンとイソブテンの混合物をフッ化ホウ素系触媒又は塩化アルミニウム系触媒で重合させて得られる数平均分子量が900～3500、望ましくは1000～2000のポリブテンから得られる。上記平均分子量が900未満の場合は清浄性効果が劣り易く、3500を超える場合は低温流動性に劣り易いため、望ましくない。

また、上記一般式におけるnは、清浄性に優れる点から1～5の整数、より望ましくは2～4の整数であることがよい。更に、上記ポリブテンは、製造過程の触媒に起因して残留する微量のフッ素分や塩素分を吸着法や十分な水洗等の適切な方法により、50ppm以下、より望ましくは10ppm以下、特に望ましくは1ppm以下まで除去してから用いることもよい。

【0028】

更に、上記ポリブテニルコハク酸イミドの製造方法としては、特に限定はないが、例えば、上記ポリブテンの塩素化物又は塩素やフッ素が充分除去されたポリブテンと無水マレイン酸とを100～200℃で反応させて得られるブテニルコハク酸を、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン及びペンタエチレンヘキサミン等のポリアミンと反応させることにより得ることができる。

【0029】

一方、上記ポリブテニルコハク酸イミドの誘導体としては、上記一般式(1)及び(2)に示す化合物に、ホウ素化合物や含酸素有機化合物を作用させて、残存するアミノ基及び／又はイミノ基の一部又は全部を中和したりアミド化した、いわゆるホウ素変性化合物又は酸変性化合物を例示できる。代表的には、ホウ素含有ポリブテニルコハク酸イミド、特にホウ素含有ビスポリブテニルコハク酸イミドを用いることがより望ましい。

【0030】

上記ホウ素化合物としては、ホウ酸、ホウ酸塩及びホウ酸エステル等が挙げられる。具体的には、上記ホウ酸としては、例えばオルトホウ酸、メタホウ酸及びパラホウ酸等が挙げられる。また、上記ホウ酸塩としては、アンモニウム塩等、例えばメタホウ酸アンモニウム、四ホウ酸アンモニウム、五ホウ酸アンモニウム及び八ホウ酸アンモニウム等のホウ酸アンモニウム等が好適例として挙げられる。更に、ホウ酸エステルとしては、ホウ酸とアルキルアルコール（望ましくは炭素数1～6）とのエステル、例えばホウ酸モノメチル、ホウ酸ジメチル、ホウ酸トリメチル、ホウ酸モノエチル、ホウ酸ジエチル、ホウ酸トリエチル、ホウ酸モノプロピル、ホウ酸ジプロピル、ホウ酸トリプロピル、ホウ酸モノブチル、ホウ酸ジブチル及びホウ酸トリブチル等が好適例として挙げられる。なお、ホウ素含有ポリブテニルコハク酸イミドにおけるホウ素含有量Bと窒素含有量Nとの質量比「B/N」は、通常0.1～3であり、望ましくは0.2～1である。

また、上記含酸素有機化合物としては、具体的には、例えばギ酸、酢酸、グリコール酸、フロビオン酸、乳酸、酪酸、吉草酸、カフロン酸、エナント酸、カフリル酸、ペラルゴン酸、カフリン酸、ウンデシル酸、ラウリン酸、トリデカン酸、ミリスチン酸、ペンタデカン酸、ハルミチン酸、マルガリン酸、ステアリン酸、オレイン酸、ノナデカン酸及びエイ

10

20

30

40

50

コサン酸等の炭素数 1 ～ 30 のモノカルボン酸、シュウ酸、フタル酸、トリメリット酸及びビロメリット酸等の炭素数 2 ～ 30 のポリカルボン酸並びにこれらの無水物、又はエステル化合物、炭素数 2 ～ 6 のアルキレンオキサイド及びヒドロキシ（ポリ）オキシアルキレンカーボネート等が挙げられる。

【0031】

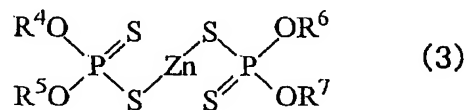
なお、本発明に用いる潤滑油組成物において、ポリアテニルコハク酸イミド及び／又はその誘導体の含有量は特に制限されないが、0.1 ～ 15% が望ましく、より望ましくは 1.0 ～ 12% であることがよい。0.1% 未満では清浄性効果に乏しくなることがあり、15% を超えると含有量に見合う清浄性効果が得られにくく、抗乳化性が悪化し易い。

【0032】

更にまた、本発明に用いる潤滑油組成物は、次の一般式（3）

【0033】

【化3】



【0034】

で表されるジチオリン酸亜鉛を含有することが好適である。

上記式（3）中の R^4 、 R^5 、 R^6 及び R^7 は、それぞれ別個に炭素数 1 ～ 24 の炭化水素基を示す。これら炭化水素基としては、炭素数 1 ～ 24 の直鎖状又は分枝状のアルキル基、炭素数 3 ～ 24 の直鎖状又は分枝状のアルケニル基、炭素数 5 ～ 18 のシクロアルキル基又は直鎖状若しくは分枝状のアルキルシクロアルキル基、炭素数 6 ～ 18 のアリール基又は直鎖状若しくは分枝状のアルキルアリール基、及び炭素数 7 ～ 19 のアリールアルキル基等のいずれかであることが望ましい。また、アルキル基やアルケニル基は、第 1 級、第 2 級及び第 3 級のいずれであってもよい。

【0035】

上記 R^4 、 R^5 、 R^6 及び R^7 としては、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基、ノナデシル基、イコシル基、ヘンイコシル基、ドコシル基、トリコシル基及びテトラコシル基等のアルキル基、フロベニル基、イソフロベニル基、アテニル基、アタジエニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基、ヘプテニル基、オクテニル基、ノネニル基、デセニル基、ウンデセニル基、ドデセニル基、トリデセニル基、テトラデセニル基、ペンタデセニル基、ヘキサデセニル基、ヘプタデセニル基及びオレイル基等のオクタデセニル基、ノナデセニル基、イコセニル基、ヘンイコセニル基、ドコセニル基、トリコセニル基及びテトラコセニル基等のアルケニル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基及びシクロヘプチル基等のシクロアルキル基、メチルシクロペンチル基、ジメチルシクロペンチル基、エチルシクロペンチル基、フロビルシクロペンチル基、エチルメチルシクロペンチル基、トリメチルシクロペンチル基、ジエチルシクロペンチル基、エチルジメチルシクロペンチル基、フロビルメチルシクロペンチル基、フロビルエチルシクロペンチル基、ジフロビルシクロペンチル基、フロビルエチルメチルシクロペンチル基、メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基、フロビルシクロヘキシル基、エチルメチルシクロヘキシル基、トリメチルシクロヘキシル基、ジエチルシクロヘキシル基、エチルジメチルシクロヘキシル基、フロビルメチル

シクロヘキシル基、フロビルエチルシクロヘキシル基、ジーフロビルシクロヘキシル基、フロビルエチルメチルシクロヘキシル基、メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基、フロビルシクロヘキシル基、エチルメチルシクロヘキシル基、トリメチルシクロヘキシル基、ジエチルシクロヘキシル基、エチルジメチルシクロヘキシル基、フロビルメチルシクロヘキシル基、フロビルエチルシクロヘキシル基、ジーフロビルシクロヘキシル基及びフロビルエチルメチルシクロヘキシル基等のアルキルシクロアルキル基、フェニル基及びナフチル基等のアリール基、トリル基、キシリル基、エチルフェニル基、フロビルフェニル基、エチルメチルフェニル基、トリメチルフェニル基、ブチルフェニル基、フロビルメチルフェニル基、ジエチルフェニル基、エチルジメチルフェニル基、テトラメチルフェニル基、ペンチルフェニル基、ヘキシルフェニル基、ヘフチルフェニル基、オクチルフェニル基、ノニルフェニル基、デシルフェニル基、ウンデシルフェニル基及びドデシルフェニル基等のアルキルアリール基、ベンジル基、メチルベンジル基、ジメチルベンジル基、フェネチル基、メチルフェネチル基及びジメチルフェネチル基等のアリールアルキル基等が例示できる。

10

などを挙げることができる。

なお、上記炭化水素基には、考えられる全ての直鎖状構造及び分枝状構造を含まれ、また、アルケニル基の二重結合の位置、アルキル基のシクロアルキル基への結合位置、アルキル基のアリール基への結合位置、及びアリール基のアルキル基への結合位置は任意である。

【0036】

20

上記ジチオリン酸亜鉛の好適な具体例としては、例えば、ジイソフロビルジチオリン酸亜鉛、ジイソブチルジチオリン酸亜鉛、ジ-sec-ブチルジチオリン酸亜鉛、ジ-sec-ペンチルジチオリン酸亜鉛、ジ-n-ヘキシルジチオリン酸亜鉛、ジ-sec-ヘキシルジチオリン酸亜鉛、ジ-オクチルジチオリン酸亜鉛、ジ-2-エチルヘキシルジチオリン酸亜鉛、ジ-n-デシルジチオリン酸亜鉛、ジ-n-ドデシルジチオリン酸亜鉛、ジイソトリデシルジチオリン酸亜鉛、及びこれらの任意の組合せに係る混合物等が挙げられる。

【0037】

また、上記ジチオリン酸亜鉛の含有量は、特に制限されないが、より高い摩擦低減効果を発揮させる観点から、組成物全量基準且つリン元素換算量で、0.1%以下であることが好ましく、また0.06%以下であることがより好ましく、更にはジチオリン酸亜鉛が含有されないことが特に好ましい。ジチオリン酸亜鉛の含有量がリン元素換算量で0.1%を超えると、DLC部材とアルミニウム合金部材との摺動面における上記脂肪酸エステル系無灰摩擦調整剤や上記脂肪族アミン系無灰摩擦調整剤の優れた摩擦低減効果が阻害されるおそれがある。

30

【0038】

更に、上記ジチオリン酸亜鉛は、特に限定されることなく、任意の従来方法を採用して製造することができる。具体的には、例えば、上記式(3)中の R^4 、 R^5 、 R^6 及び R^7 に対応する炭化水素基を有するアルコール又はフェノールを五硫化ニリンと反応させてジチオリン酸とし、これを酸化亜鉛で中和させることにより合成できる。なお、上記ジチオリン酸亜鉛の構造が異なるのは、使用する原料アルコール等によることは言うまでもない。

40

【0039】

上述のように、本発明に用いる潤滑油組成物は、DLC部材とアルミニウム合金部材との摺動面に用いる場合に、極めて優れた低摩擦特性を示すが、特に内燃機関の摺動部に用いるときは、金属系清浄剤、酸化防止剤、粘度指数向上剤、他の無灰摩擦調整剤、他の無灰分散剤、磨耗防止剤若しくは極圧剤、防錆剤、非イオン系界面活性剤、抗乳化剤、金属不活性化剤、及び消泡剤等を単独で又は複数種を組合せて配合し、必要な性能を高めることができる。

【0040】

50

上記金属系清浄剤としては、潤滑油用の金属系清浄剤として通常用いられる任意の化合物が使用できる。例えば、アルカリ金属又はアルカリ土類金属のスルホネート、フェネート、サリシレート及びナフテネート等を単独で又は複数種を組合せて使用できる。ここで、上記アルカリ金属としてはナトリウム(Na)やカリウム(K)等、上記アルカリ土類金属としてはカルシウム(Ca)やマグネシウム(Mg)等が例示できる。また、具体的な好適例としては、Ca又はMgのスルホネート、フェネート及びサリシレートが挙げられる。

なお、これら金属系清浄剤の全塩基価及び添加量は、要求される潤滑油の性能に応じて任意に選択できる。通常は、過塩素酸法で0~500mg KOH/g、望ましくは150~400mg KOH/gであり、その添加量は組成物全量基準で、通常0.1~10%である。

【0041】

また、上記酸化防止剤としては、潤滑油用の酸化防止剤として通常用いられる任意の化合物を使用できる。例えば、4,4-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール)及びオクチル-3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート等のフェノール系酸化防止剤、フェニル- α -ナフチルアミン、アルキルフェニル- α -ナフチルアミン及びアルキルジフェニルアミン等のアミン系酸化防止剤、並びにこれらの任意の組合せに係る混合物等が挙げられる。また、かかる酸化防止剤の添加量は、組成物全量基準で、通常0.01~5%である。

【0042】

更に、上記粘度指数向上剤としては、具体的には、各種メタクリル酸又はこれらの任意の組合せに係る共重合体やその水添物等のいわゆる非分散型粘度指数向上剤、及び更に窒素化合物を含む各種メタクリル酸エステルを共重合させたいわゆる分散型粘度指数向上剤等が例示できる。また、非分散型又は分散型エチレン- α -オレフィン共重合体(α -オレフィンとしては、例えばプロピレン、1-ブテン、1-ペンテン等)及びその水素化物、ポリイソブチレン及びその水添物、スチレン-ジエン水素化共重合体、スチレン-無水マレイン酸エステル共重合体、並びにポリアルキルスチレン等も例示できる。

これら粘度指数向上剤の分子量は、せん断安定性を考慮して選定することが必要である。具体的には、粘度指数向上剤の数平均分子量は、例えば分散型及び非分散型ポリメタクリレートでは5000~1000000、好ましくは100000~800000がよく、ポリイソブチレン又はその水素化物では800~5000、エチレン- α -オレフィン共重合体及びその水素化物では800~300000、好ましくは10000~200000がよい。また、かかる粘度指数向上剤は、単独で又は複数種を任意に組合せて含有させることができるが、通常その含有量は、潤滑油組成物基準で0.1~40.0%であることが望ましい。

【0043】

更にまた、他の無灰摩擦調整剤としては、ホウ酸エステル、高級アルコール及び脂肪族エーテル等の無灰摩擦調整剤、ジチオリン酸モリブデン、ジチオカルバミン酸モリブデン及び二硫化モリブデン等の金属系摩擦調整剤等が挙げられる。

また、他の無灰分散剤としては、数平均分子量が900~3500のポリブテニル基を有するポリブテニルベンジルアミン、ポリブテニルアミン、数平均分子量が900未満のポリブテニル基を有するポリブテニルコハク酸イミド等及びそれらの誘導体等が挙げられる。

更に、上記磨耗防止剤又は極圧剤としては、ジスルフィド、硫化油脂、硫化オレフィン、炭素数2~20の炭化水素基を1~3個含有するリン酸エステル、チオリン酸エステル、亜リン酸エステル、チオ亜リン酸エステル及びこれらのアミン塩等が挙げられる。

更にまた、上記防錆剤としては、アルキルベンゼンスルホネート、ジノニルナフタレンスルホネート、アルケニルコハク酸エステル、多価アルコールエステル等が挙げられる。

また、上記非イオン系界面活性剤及び抗乳化剤としては、ポリオキシエチレンアルキルエ

10

20

30

40

50

ーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル及びポリオキシエチレンアルキルナフチルエーテル等のポリアルキレングリコール系非イオン系界面活性剤等が挙げられる。

更に、上記金属不活性化剤としては、イミダゾリン、ピリミジン誘導体、チアジアソール、ペンソトリアソール及びチアジアソール等が挙げられる。

更にまた、上記消泡剤としては、シリコーン、フルオロシリコーン及びフルオロアルキルエーテル等が挙げられる。

なお、これら添加剤を本発明に用いる潤滑油組成物に含有する場合は、その含有量は、組成物全量基準で、他の摩擦調整剤、他の無灰分散剤、磨耗防止剤又は極圧剤、防錆剤、及び抗乳化剤は0.01～5%、並びに金属不活性化剤は0.0005～1%の範囲から適宜選択できる。 10

【0044】

【実施例】

以下、本発明を実施例及び比較例により更に詳述するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0045】

(摺動材料)

摺動材料の一例として、図1に示すようなピンオンディスク単体摩擦用の試験片を作製した。この単体試験片は、3つのピンと、円板からなり、以下の方法により得られた摺動材料を用いて作製したものである。 20

・ピン材料

以下のS U J 2材料から所定のピン形状に研磨加工後、ラッピングテープを用いた研磨によってピンを様々な表面粗さ ($R_a 0.2 \mu m$ 以下) に仕上げた。

・円板材料

種々のアルミニウム合金から成る円板形状素材に、所定の時効硬化処理後、ピンとの摺動表面を研磨によって、種々の表面粗さに仕上げた。

・表面処理

上記により仕上げられたピン材料の表面に、PVD処理又はCVD処理によって以下の材料を様々な膜厚となるようにコーティングした。コーティングされた表面は更にラッピングテープを用いた研磨によって様々な表面粗さ ($R_a 0.11 \mu m$ 以下) に仕上げた。 30

▲1 ▼ $\alpha-C$

▲2 ▼TiN

▲3 ▼CrN

▲4 ▼DLC ($\alpha-C:H$)

これら摺動材料について表1に示す。

【0046】

【表1】

表. 各実施例、比較例の仕様と摩擦評価結果

実施例	ピンオンディスク材料		膜厚 μm	表面硬さ		表面粗さ $\text{Ra}/\mu\text{m}$		潤滑油仕様 使用潤滑油	摩擦係数
	ディスク	ピン 基材		ディスクHRB	ピンHv	ディスク	ピン		
		コーティング							
実施例1	AC2A	SUU2熱処理材	a-C	80	1850	0.05	0.03	①	0.055
実施例2	AC8A	SUU2熱処理材	a-C	120	1850	0.05	0.03	②	0.057
実施例3	ADC12	SUU2熱処理材	a-C	110	1850	0.05	0.03	③	0.061
実施例4	ADC14	SUU2熱処理材	a-C	130	1850	0.05	0.03	④	0.066
実施例5	AC8A	SUU2熱処理材	DLC(a-C:H)	120	1250	0.04	0.02	①	0.083
実施例6	AC2A	SUU2熱処理材	a-C	80	1000	0.03	0.02	②	0.060
実施例7	AC8A	SUU2熱処理材	a-C	120	1850	0.10	0.03	⑤	0.068
実施例8	AC8A	SUU2熱処理材	a-C	120	1850	0.05	0.10	⑥	0.066
実施例9	ADC14	SUU2熱処理材	a-C	130	3500	0.05	0.04	⑦	0.070
比較例1	AC2A	SUU2熱処理材	無し	80	1850	0.10	0.03	⑧	0.14
比較例2	AC8A	SUU2熱処理材	無し	120	1850	0.05	0.03	⑤	0.12
比較例3	ADC14	SUU2熱処理材	a-C	130	1850	0.05	0.03	⑨	0.10
比較例4	AC2A	SUU2熱処理材	PVD・TiN	80	2300	0.05	0.04	⑤	0.11
比較例5	AC8A	SUU2熱処理材	PVD・C-N	120	1700	0.05	0.03	⑤	0.11

【0047】

(潤滑油組成物の調製)

・オイル1

潤滑油基油として水素化分解鉱油(100℃動粘度: 5.0 mm^2/s 、粘度指数: 120、全芳香族含有量: 5.5%)を用い、それにエステル系摩擦調整剤(グリセリンモノ

10

20

30

40

50

オレート)を1%、無灰系分散剤(ポリブテニルコハク酸イミド(窒素含有量:1.2%))を5.0%、金属系清浄剤としてカルシウムスルホネート(全塩基価:300mg KOH/g、カルシウム含有量:12.0%)を0.5%及びカルシウムフェネート(全塩基価:255mg KOH/g、カルシウム含有量:9.2%)を0.9%、その他添加剤として粘度指数向上剤、酸化防止剤、防錆剤、抗乳化剤、非イオン系界面活性剤、金属不活性化剤、消泡剤等を合計量で7.0%配合し調製した。

・オイル2

ジアルキルジチオリン酸亜鉛(亜鉛含有量:9.3%、リン含有量:8.5%、アルキル基:第2級ブチル基又は第2級ヘキシル基)をリン元素換算量で0.047%添加した以外は、オイル1と同様の操作を繰り返して調製した。

10

・オイル3

潤滑油基油として1-デセンオリゴマー水素化物(100℃動粘度:8.9mm²/s、粘度指数:124、全芳香族含有量:0.0%)を用いた以外は、オイル2と同様の操作を繰り返して調製した。

・オイル4

エステル系摩擦調整剤を添加せず、アミン系摩擦調整剤(N,N-ジポリオキシエチレン-N-オレイルアミン)を1.0%添加した以外は、オイル1と同様の操作を繰り返して調製した。

・オイル5

ジアルキルジチオリン酸亜鉛(亜鉛含有量:9.3%、リン含有量:8.5%、アルキル基:第2級ブチル基又は第2級ヘキシル基)をリン元素換算量で0.094%とした以外は、オイル2と同様の操作を繰り返して調製した。

20

・オイル6

アミン系摩擦調整剤(N,N-ジポリオキシエチレン-N-オレイルアミン)を0.5%添加した以外は、オイル5と同様の操作を繰り返して調製した。

・オイル7

エステル系摩擦調整剤(グリセリンモノオレート)を0.2%とした以外は、オイル2と同様の操作を繰り返して調製した。

・オイル8

エステル系摩擦調整剤を添加しない以外は、オイル5と同様の操作を繰り返して調製した

30

・オイル9

エステル系摩擦調整剤を添加せず、モリブデンジチオカーバメイト(モリブデン含有率:4.1%)を1.1%添加した以外は、オイル5と同様の操作を繰り返して調製した。

これら潤滑油組成物の組成とそのオイル性状を表2に示す。

【0048】

【表2】

潤滑油基油(基油全量基準)	オイル①	オイル②	オイル③	オイル④	オイル⑤	オイル⑥	オイル⑦	オイル⑧	オイル⑨
	質量% 質量%	100 -	- 100	100 -	100 -	100 -	100 -	100 -	100 -
添加剤(組成物全量基準)									
(A) エステル系増粘剤 ³⁾	質量%	1.0	1.0	-	1.0	1.0	0.2	-	-
(A) アミン系摩擦調整剤 ⁴⁾	質量%	-	-	1.0	-	0.5	-	-	-
有機モリブデン化合物 ⁵⁾	質量%	-	-	-	-	-	-	-	1.1
(B) 無灰系分散剤 ⁶⁾	質量%	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
(C) ZDTP(リン元素換算量) ⁷⁾	質量%	0.00	0.047	0.047	0.094	0.094	0.047	0.094	0.094
金属系清浄剤(金属元素換算量)	質量%	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
その他の添加剤 ⁸⁾	質量%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
その他の添加剤 ⁹⁾	質量%	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
オイル性状									
動粘度(100℃)	mm ² /s	10.3	10.2	10.0	10.2	10.3	10.3	10.3	10.2
全塩基価(過塩素酸法)	mgKOH/g	6.2	6.2	6.2	6.2	6.5	6.5	6.5	7.5
全塩基価(塩酸法)	mgKOH/g	4.5	4.5	4.5	4.5	5.2	5.2	5.2	6.0

1) 水素化分解鉱油: 100℃動粘度: 5.0mm²/s、粘度指数: 120、芳香族分: 5.5質量%

2) 1-デセンオリゴマー水素化物: 100℃動粘度: 3.9mm²/s、粘度指数: 124、芳香族分: 0.0質量%

3) グリセリドリンモノオレート

4) N, N-ジポリオキシエチレン-N-オレイルアミン

5) モリブデンジチオカーバメイト(モリブデン含有量: 4.1質量%)

6) ポリブテニルコハク酸イミド(窒素含有量: 1.2質量%)

7) ジアルキルジチオリン酸亜鉛(Zn含有量8.5質量%、リン含有量9.3質量%、カルシウム含有量: 12.0質量%)

8) カルシウムスルホネート(全塩基価: 300mgKOH/g、カルシウム含有量: 9.2質量%)

9) カルシウムフイネート(全塩基価: 255mgKOH/g、カルシウム含有量: 9.2質量%)

10) 粘度指数向上剤、酸化防止剤、防錆剤、抗乳剤、非イオン系界面活性剤、金属不活性化剤、消泡剤を含む。

【0049】

(実施例1～9)

表1の実施例1～9に示すピン及び円板を組合わせた単体試験片を作製し、表1の各実施例に併記した各潤滑油組成物(上記オイル1～7)を用いて、以下の単体摩擦試験を実施

した。この結果を合わせて表 1 に示す。

(単体摩擦試験条件)

最大ヘルツ圧力 : 80 MPa

円板回転速度 : 80 rpm

オイル供給方法 : 油浴

供給オイル温度 : 80℃

試験時間 : 60 min

【0050】

(比較例 1 ~ 5)

上記と同様に、表 1 の比較例 1 ~ 5 に示すピン及び円板を組合わせた単体試験片を作製し、表 1 の各実施例に併記した各潤滑油組成物（上記オイル 5、8 又は 9）を用いて、以下の単体摩擦試験を実施した。この結果を合わせて表 1 に示す。

表 1 より、実施例 1 ~ 9 で得られた単体試験片は、いずれも優れた低摩擦係数を示すことがわかる。例えば、これらは、エンジンに使われている鉄系材料とアルミニウム合金材料の組合せを用いた比較例 1 の単体試験片に比べて、約 40 ~ 60 % の摩擦低減効果が得られた。

更に、実施例 1、2 及び 6 の結果から、ジチオリン酸亜鉛の含有量が少ないほど摩擦低減効果に優れることがわかる。

尚、実施例 1 ~ 9 で得られた単体試験片の材料組合せは、試験後の表面形状に何ら問題はなく、耐磨耗性にも非常に優れ、安定した低摩擦特性を示す。

【0051】

尚、本発明の好適範囲外である実施例 5 で得られた単体試験片は、表 1 から明らかなように摩擦低減効果認められるものの、水素を含まない α -C 材を用いた他の実施例ほどの効果は見られない。

【0052】

一方、比較例 1 の単体試験片材料組合せは、SU2 材のピンと AC2A 材の円板をラッピングテープで研磨仕上げしたものの組合せであり、当該ピンに表面コーティングをしていない組合せである。また、この単体試験では、本発明で用いる摩擦調整剤を含まない潤滑油組成物（オイル 8）を用いている。従って、摩擦係数が 0.1 を超えてしまい摩擦特性に劣る。これは、摺動面に α -DTP を主体とする反応皮膜が形成されたためと推定できる。

また、比較例 2 の単体試験片材料組合せは、比較例 1 と同様の構成である。この単体試験では、本発明で用いる摩擦調整剤を含む潤滑油組成物（オイル 5）を用いており、多少の摩擦低減効果があるものの、摩擦係数が 0.1 程度と高く摩擦特性に劣る。これは、摺動面に α -DTP を主体とする反応皮膜が形成されたためと推定できる。

更に、比較例 3 の単体試験片材料組合せは、実施例 4 と同様の構成であるが、潤滑油組成物として従来の鋼材料間の摺動面に最も有効であった有機モリブデンを配合した省燃費エンジン油（オイル 9）を用いても、摩擦係数が 0.1 に近い高い摩擦係数を示す。これは、摺動面に二硫化モリブデン被膜が形成されないためと推定できる。

更にまた、比較例 4 の単体試験片材料組合せでは、TiN コーティングしたピンと本発明で用いる摩擦調整剤を含む潤滑油組成物（オイル 5）を用いており、摩擦係数は低減したものの、その絶対値は 0.1 に近いままであった。また、比較例 5 の単体試験片材料組合せでは、ピンを CrN コーティングにしてみたが、TiN ピンと摩擦低減効果に大差は認められなかった。

【0053】

実施例 1 ~ 9 より、本発明のように DLC 材、特に好適範囲で作製された水素を含まない α -C 系 DLC 材を用いたピンを、好適なアルミニウム合金材料と特定の摩擦調整剤を所定量添加した潤滑油組成物潤滑下で摺動させるときは、世界トップレベルの低摩擦係数が得られ、且つ耐磨耗性に優れている。また、このような顕著な摩擦低減効果は、工業的に極めて有益であり、エンジン摺動部品等の摩擦損失の大幅な低減、即ちエンジンの燃費改

10

20

30

40

50

善に有効である。

【0054】

以上、本発明の実施例及び比較例により詳細に説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の要旨内であれば種々の変形が可能である。

例えば、産業機械に使われている歯車摺動部材等に用いることもできる。

【0055】

【発明の効果】

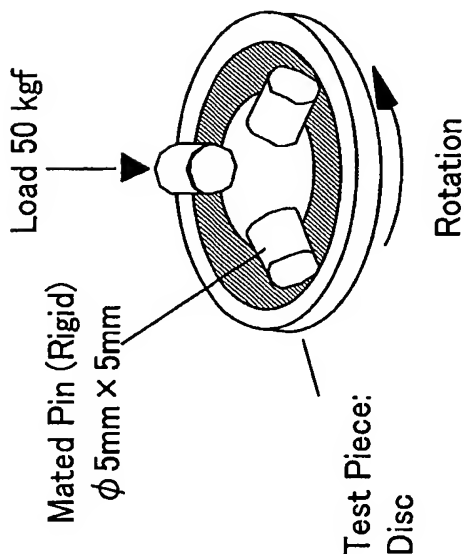
以上説明してきたように、本発明によれば、DLC部材とアルミニウム合金部材とを、所定の無灰摩擦調整剤を含有する潤滑油組成物存在下で摺動させることとしたため、極めて優れた低摩擦特性を示し、更には従来のアルミニウム合金と鋼材料の摺動部と有機MO化合物との組合せよりも更に優れた省燃費効果を発揮し得る低摩擦摺動材料及びこれに用いる潤滑油組成物を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】ビンオン摩擦試験機の概略を示す図である。

【図1】



【手続補正書】

【提出日】平成15年4月14日(2003.4.14)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

【表1】

表. 各実施例、比較例の仕様と摩擦評価結果

本発明のディスク材料は、ピンオンディスク材料、比較例1、比較例2、比較例3、比較例4、比較例5、比較例6、比較例7、比較例8、比較例9、比較例10、比較例11、比較例12、比較例13、比較例14、比較例15、比較例16、比較例17、比較例18、比較例19、比較例20、比較例21、比較例22、比較例23、比較例24、比較例25、比較例26、比較例27、比較例28、比較例29、比較例30、比較例31、比較例32、比較例33、比較例34、比較例35、比較例36、比較例37、比較例38、比較例39、比較例40、比較例41、比較例42、比較例43、比較例44、比較例45、比較例46、比較例47、比較例48、比較例49、比較例50、比較例51、比較例52、比較例53、比較例54、比較例55、比較例56、比較例57、比較例58、比較例59、比較例60、比較例61、比較例62、比較例63、比較例64、比較例65、比較例66、比較例67、比較例68、比較例69、比較例70、比較例71、比較例72、比較例73、比較例74、比較例75、比較例76、比較例77、比較例78、比較例79、比較例80、比較例81、比較例82、比較例83、比較例84、比較例85、比較例86、比較例87、比較例88、比較例89、比較例90、比較例91、比較例92、比較例93、比較例94、比較例95、比較例96、比較例97、比較例98、比較例99、比較例100、比較例101、比較例102、比較例103、比較例104、比較例105、比較例106、比較例107、比較例108、比較例109、比較例110、比較例111、比較例112、比較例113、比較例114、比較例115、比較例116、比較例117、比較例118、比較例119、比較例120、比較例121、比較例122、比較例123、比較例124、比較例125、比較例126、比較例127、比較例128、比較例129、比較例130、比較例131、比較例132、比較例133、比較例134、比較例135、比較例136、比較例137、比較例138、比較例139、比較例140、比較例141、比較例142、比較例143、比較例144、比較例145、比較例146、比較例147、比較例148、比較例149、比較例150、比較例151、比較例152、比較例153、比較例154、比較例155、比較例156、比較例157、比較例158、比較例159、比較例160、比較例161、比較例162、比較例163、比較例164、比較例165、比較例166、比較例167、比較例168、比較例169、比較例170、比較例171、比較例172、比較例173、比較例174、比較例175、比較例176、比較例177、比較例178、比較例179、比較例180、比較例181、比較例182、比較例183、比較例184、比較例185、比較例186、比較例187、比較例188、比較例189、比較例190、比較例191、比較例192、比較例193、比較例194、比較例195、比較例196、比較例197、比較例198、比較例199、比較例200、比較例201、比較例202、比較例203、比較例204、比較例205、比較例206、比較例207、比較例208、比較例209、比較例210、比較例211、比較例212、比較例213、比較例214、比較例215、比較例216、比較例217、比較例218、比較例219、比較例220、比較例221、比較例222、比較例223、比較例224、比較例225、比較例226、比較例227、比較例228、比較例229、比較例230、比較例231、比較例232、比較例233、比較例234、比較例235、比較例236、比較例237、比較例238、比較例239、比較例240、比較例241、比較例242、比較例243、比較例244、比較例245、比較例246、比較例247、比較例248、比較例249、比較例250、比較例251、比較例252、比較例253、比較例254、比較例255、比較例256、比較例257、比較例258、比較例259、比較例260、比較例261、比較例262、比較例263、比較例264、比較例265、比較例266、比較例267、比較例268、比較例269、比較例270、比較例271、比較例272、比較例273、比較例274、比較例275、比較例276、比較例277、比較例278、比較例279、比較例280、比較例281、比較例282、比較例283、比較例284、比較例285、比較例286、比較例287、比較例288、比較例289、比較例290、比較例291、比較例292、比較例293、比較例294、比較例295、比較例296、比較例297、比較例298、比較例299、比較例300、比較例301、比較例302、比較例303、比較例304、比較例305、比較例306、比較例307、比較例308、比較例309、比較例310、比較例311、比較例312、比較例313、比較例314、比較例315、比較例316、比較例317、比較例318、比較例319、比較例320、比較例321、比較例322、比較例323、比較例324、比較例325、比較例326、比較例327、比較例328、比較例329、比較例330、比較例331、比較例332、比較例333、比較例334、比較例335、比較例336、比較例337、比較例338、比較例339、比較例340、比較例341、比較例342、比較例343、比較例344、比較例345、比較例346、比較例347、比較例348、比較例349、比較例350、比較例351、比較例352、比較例353、比較例354、比較例355、比較例356、比較例357、比較例358、比較例359、比較例360、比較例361、比較例362、比較例363、比較例364、比較例365、比較例366、比較例367、比較例368、比較例369、比較例370、比較例371、比較例372、比較例373、比較例374、比較例375、比較例376、比較例377、比較例378、比較例379、比較例380、比較例381、比較例382、比較例383、比較例384、比較例385、比較例386、比較例387、比較例388、比較例389、比較例390、比較例391、比較例392、比較例393、比較例394、比較例395、比較例396、比較例397、比較例398、比較例399、比較例400、比較例401、比較例402、比較例403、比較例404、比較例405、比較例406、比較例407、比較例408、比較例409、比較例410、比較例411、比較例412、比較例413、比較例414、比較例415、比較例416、比較例417、比較例418、比較例419、比較例420、比較例421、比較例422、比較例423、比較例424、比較例425、比較例426、比較例427、比較例428、比較例429、比較例430、比較例431、比較例432、比較例433、比較例434、比較例435、比較例436、比較例437、比較例438、比較例439、比較例440、比較例441、比較例442、比較例443、比較例444、比較例445、比較例446、比較例447、比較例448、比較例449、比較例450、比較例451、比較例452、比較例453、比較例454、比較例455、比較例456、比較例457、比較例458、比較例459、比較例460、比較例461、比較例462、比較例463、比較例464、比較例465、比較例466、比較例467、比較例468、比較例469、比較例470、比較例471、比較例472、比較例473、比較例474、比較例475、比較例476、比較例477、比較例478、比較例479、比較例480、比較例481、比較例482、比較例483、比較例484、比較例485、比較例486、比較例487、比較例488、比較例489、比較例490、比較例491、比較例492、比較例493、比較例494、比較例495、比較例496、比較例497、比較例498、比較例499、比較例500、比較例501、比較例502、比較例503、比較例504、比較例505、比較例506、比較例507、比較例508、比較例509、比較例510、比較例511、比較例512、比較例513、比較例514、比較例515、比較例516、比較例517、比較例518、比較例519、比較例520、比較例521、比較例522、比較例523、比較例524、比較例525、比較例526、比較例527、比較例528、比較例529、比較例530、比較例531、比較例532、比較例533、比較例534、比較例535、比較例536、比較例537、比較例538、比較例539、比較例540、比較例541、比較例542、比較例543、比較例544、比較例545、比較例546、比較例547、比較例548、比較例549、比較例550、比較例551、比較例552、比較例553、比較例554、比較例555、比較例556、比較例557、比較例558、比較例559、比較例560、比較例561、比較例562、比較例563、比較例564、比較例565、比較例566、比較例567、比較例568、比較例569、比較例570、比較例571、比較例572、比較例573、比較例574、比較例575、比較例576、比較例577、比較例578、比較例579、比較例580、比較例581、比較例582、比較例583、比較例584、比較例585、比較例586、比較例587、比較例588、比較例589、比較例590、比較例591、比較例592、比較例593、比較例594、比較例595、比較例596、比較例597、比較例598、比較例599、比較例600、比較例601、比較例602、比較例603、比較例604、比較例605、比較例606、比較例607、比較例608、比較例609、比較例610、比較例611、比較例612、比較例613、比較例614、比較例615、比較例616、比較例617、比較例618、比較例619、比較例620、比較例621、比較例622、比較例623、比較例624、比較例625、比較例626、比較例627、比較例628、比較例629、比較例630、比較例631、比較例632、比較例633、比較例634、比較例635、比較例636、比較例637、比較例638、比較例639、比較例640、比較例641、比較例642、比較例643、比較例644、比較例645、比較例646、比較例647、比較例648、比較例649、比較例650、比較例651、比較例652、比較例653、比較例654、比較例655、比較例656、比較例657、比較例658、比較例659、比較例660、比較例661、比較例662、比較例663、比較例664、比較例665、比較例666、比較例667、比較例668、比較例669、比較例670、比較例671、比較例672、比較例673、比較例674、比較例675、比較例676、比較例677、比較例678、比較例679、比較例680、比較例681、比較例682、比較例683、比較例684、比較例685、比較例686、比較例687、比較例688、比較例689、比較例690、比較例691、比較例692、比較例693、比較例694、比較例695、比較例696、比較例697、比較例698、比較例699、比較例700、比較例701、比較例702、比較例703、比較例704、比較例705、比較例706、比較例707、比較例708、比較例709、比較例710、比較例711、比較例712、比較例713、比較例714、比較例715、比較例716、比較例717、比較例718、比較例719、比較例720、比較例721、比較例722、比較例723、比較例724、比較例725、比較例726、比較例727、比較例728、比較例729、比較例730、比較例731、比較例732、比較例733、比較例734、比較例735、比較例736、比較例737、比較例738、比較例739、比較例740、比較例741、比較例742、比較例743、比較例744、比較例745、比較例746、比較例747、比較例748、比較例749、比較例750、比較例751、比較例752、比較例753、比較例754、比較例755、比較例756、比較例757、比較例758、比較例759、比較例760、比較例761、比較例762、比較例763、比較例764、比較例765、比較例766、比較例767、比較例768、比較例769、比較例770、比較例771、比較例772、比較例773、比較例774、比較例775、比較例776、比較例777、比較例778、比較例779、比較例780、比較例781、比較例782、比較例783、比較例784、比較例785、比較例786、比較例787、比較例788、比較例789、比較例790、比較例791、比較例792、比較例793、比較例794、比較例795、比較例796、比較例797、比較例798、比較例799、比較例800、比較例801、比較例802、比較例803、比較例804、比較例805、比較例806、比較例807、比較例808、比較例809、比較例810、比較例811、比較例812、比較例813、比較例814、比較例815、比較例816、比較例817、比較例818、比較例819、比較例820、比較例821、比較例822、比較例823、比較例824、比較例825、比較例826、比較例827、比較例828、比較例829、比較例830、比較例831、比較例832、比較例833、比較例834、比較例835、比較例836、比較例837、比較例838、比較例839、比較例840、比較例841、比較例842、比較例843、比較例844、比較例845、比較例846、比較例847、比較例848、比較例849、比較例850、比較例851、比較例852、比較例853、比較例854、比較例855、比較例856、比較例857、比較例858、比較例859、比較例860、比較例861、比較例862、比較例863、比較例864、比較例865、比較例866、比較例867、比較例868、比較例869、比較例870、比較例871、比較例872、比較例873、比較例874、比較例875、比較例876、比較例877、比較例878、比較例879、比較例880、比較例881、比較例882、比較例883、比較例884、比較例885、比較例886、比較例887、比較例888、比較例889、比較例890、比較例891、比較例892、比較例893、比較例894、比較例895、比較例896、比較例897、比較例898、比較例899、比較例900、比較例901、比較例902、比較例903、比較例904、比較例905、比較例906、比較例907、比較例908、比較例909、比較例910、比較例911、比較例912、比較例913、比較例914、比較例915、比較例916、比較例917、比較例918、比較例919、比較例920、比較例921、比較例922、比較例923、比較例924、比較例925、比較例926、比較例927、比較例928、比較例929、比較例930、比較例931、比較例932、比較例933、比較例934、比較例935、比較例936、比較例937、比較例938、比較例939、比較例940、比較例941、比較例942、比較例943、比較例944、比較例945、比較例946、比較例947、比較例948、比較例949、比較例950、比較例951、比較例952、比較例953、比較例954、比較例955、比較例956、比較例957、比較例958、比較例959、比較例960、比較例961、比較例962、比較例963、比較例964、比較例965、比較例966、比較例967、比較例968、比較例969、比較例970、比較例971、比較例972、比較例973、比較例974、比較例975、比較例976、比較例977、比較例978、比較例979、比較例980、比較例981、比較例982、比較例983、比較例984、比較例985、比較例986、比較例987、比較例988、比較例989、比較例990、比較例991、比較例992、比較例993、比較例994、比較例995、比較例996、比較例997、比較例998、比較例999、比較例1000、比較例1001、比較例1002、比較例1003、比較例1004、比較例1005、比較例1006、比較例1007、比較例1008、比較例1009、比較例1010、比較例1011、比較例1012、比較例1013、比較例1014、比較例1015、比較例1016、比較例1017、比較例1018、比較例1019、比較例1020、比較例1021、比較例1022、比較例1023、比較例1024、比較例1025、比較例1026、比較例1027、比較例1028、比較例1029、比較例1030、比較例1031、比較例1032、比較例1033、比較例1034、比較例1035、比較例1036、比較例1037、比較例1038、比較例1039、比較例1040、比較例1041、比較例1042、比較例1043、比較例1044、比較例1045、比較例1046、比較例1047、比較例1048、比較例1049、比較例1050、比較例1051、比較例1052、比較例1053、比較例1054、比較例1055、比較例1056、比較例1057、比較例1058、比較例1059、比較例1060、比較例1061、比較例1062、比較例1063、比較例1064、比較例1065、比較例1066、比較例1067、比較例1068、比較例1069、比較例1070、比較例1071、比較例1072、比較例1073、比較例1074、比較例1075、比較例1076、比較例1077、比較例1078、比較例1079、比較例1080、比較例1081、比較例1082、比較例1083、比較例1084、比較例1085、比較例1086、比較例1087、比較例1088、比較例1089、比較例1090、比較例1091、比較例1092、比較例1093、比較例1094、比較例1095、比較例1096、比較例1097、比較例1098、比較例1099、比較例1100、比較例1101、比較例1102、比較例1103、比較例1104、比較例1105、比較例1106、比較例1107、比較例1108、比較例1109、比較例1110、比較例1111、比較例1112、比較例1113、比較例1114、比較例1115、比較例1116、比較例1117、比較例1118、比較例1119、比較例1120、比較例1121、比較例1122、比較例1123、比較例1124、比較例1125、比較例1126、比較例1127、比較例1128、比較例1129、比較例1130、比較例1131、比較例1132、比較例1133、比較例1134、比較例1135、比較例1136、比較例1137、比較例1138、比較例1139、比較例1140、比較例1141、比較例1142、比較例1143、比較例1144、比較例1145、比較例1146、比較例1147、比較例1148、比較例1149、比較例1150、比較例1151、比較例1152、比較例1153、比較例1154、比較例1155、比較例1156、比較例1157、比較例1158、比較例1159、比較例1160、比較例1161、比較例1162、比較例1163、比較例1164、比較例1165、比較例1166、比較例1167、比較例1168、比較例1169、比較例1170、比較例1171、比較例1172、比較例1173、比較例1174、比較例1175、比較例1176、比較例1177、比較例1178、比較例1179、比較例1180、比較例1181、比較例1182、比較例1183、比較例1184、比較例1185、比較例1186、比較例1187、比較例1188、比較例1189、比較例1190、比較例1191、比較例1192、比較例1193、比較例1194、比較例1195、比較例1196、比較例1197、比較例1198、比較例1199、比較例1200、比較例1201、比較例1202、比較例1203、比較例1204、比較例1205、比較例1206、比較例1207、比較例1208、比較例1209、比較例1210、比較例1211、比較例1212、比較例1213、比較例1214、比較例1215、比較例1216、比較例1217、比較例1218、比較例1219、比較例1220、比較例1221、比較例1222、比較例1223、比較例1224、比較例1225、比較例1226、比較例1227、比較例1228、比較例1229、比較例1230、比較例1231、比較例1232、比較例1233、比較例1234、比較例1235、比較例1236、比較例1237、比較例1238、比較例1239、比較例1240、比較例1241、比較例1242、比較例1243、比較例1244、比較例1245、比較例1246、比較例1247、比較例1248、比較例1249、比較例1250、比較例1251、比較例1252、比較例1253、比較例1254、比較例1255、比較例1256、比較例1257、比較例1258、比較例1259、比較例1260、比較例1261、比較例1262、比較例1263、比較例1264、比較例1265、比較例1266、比較例1267、比較例1268、比較例1269、比較例1270、比較例1271、比較例1272、比較例1273、比較例1274、比較例1275、比較例1276、比較例1277、比較例1278、比較例1279、比較例1280、比較例1281、比較例1282、比較例1283、比較例1284、比較例1285、比較例1286、比較例1287、比較例1288、比較例1289、比較例1290、比較例1291、比較例1292、比較例1293、比較例1294、比較例1295、比較例1296、比較例1297、比較例1298、比較例1299、比較例1300、比較例1301、比較例1302、比較例1303、比較例1304、比較例1305、比較例1306、比較例1307、比較例1308、比較例1309、比較例1310、比較例1311、比較例1312、比較例1313、比較例1314、比較例1315、比較例1316、比較例1317、比較例1318、比較例1319、比較例1320、比較例1321、比較例1322、比較例1323、比較例1324、比較例1325、比較例1326、比較例1327、比較例1328、比較例1329、比較例1330、比較例1331、比較例1332、比較例1333、比較例1334、比較例1335、比較例1336、比較例1337、比較例1338、比較例1339、比較例1340、比較例1341、比較例1342、比較例1343、比較例1344、比較例1345、比較例1346、比較例1347、比較例1348、比較例1349、比較例1350、比較例1351、比較例1352、比較例1353、比較例1354、比較例1355、比較例1356、比較例1357、比較例1358、比較例1359、比較例1360、比較例1361、比較例1362、比較例1363、比較例1364、比較例1365、比較例1366、比較例1367、比較例1368、比較例1369、比較例1370、比較例1371、比較例1372、比較例1373、比較例1374、比較例1375、比較例1376、比較例1377、比較例1378、比較例1379、比較例1380、比較例1381、比較例1382、比較例1383、比較例1384、比較例1385、比較例1386、比較例1387、比較例1388、比較例1389、比較例1390、比較例1391、比較例1392、比較例1393、比較例1394、比較例1395、比較例1396、比較例1397、比較例1398、比較例1399、比較例1400、比較例1401、比較例1402、比較例1403、比較例1404、比較例1405、比較例1406、比較例1407、比較例1408、比較例1409、比較例1410、比較例1411、比較例1412、比較例1413、比較例1414、比較例1415、比較例1416、比較例1417、比較例1418、比較例1419、比較例1420、比較例1421、比較例1422、比較例1423、比較例1424、比較例1425、比較例1426、比較例1427、比較例1428、比較例1429、比較例1430、比較例1431、比較例1432、比較例1433、比較例1434、比較例1435、比較例1436、比較例1437、比較例1438、比較例1439、比較例1440、比較例1441、比較例1442、比較例1443、比較例1444、比較例1445、比較例1446、比較例1447、比較例1448、比較例1449、比較例1450、比較例1451、比較例1452、比較例1453、比較例1454、比較例1455、比較例1456、比較例1457、比較例1458、比較例1459、比較例1460、比較例1461、比較例1462、比較例1463、比較例1464、比較例1465、比較例1466、比較例1467、比較例1468、比較例1469、比較例1470、比較例1471、比較例1472、比較例1473、比較例1474、比較例1475、比較例1476、比較例1477、比較例1478、比較例1479、比較例1480、比較例1481、比較例1482、比較例1483、比較例1484、比較例1485、比較例1486、比較例1487、比較例1488、比較例1489、比較例1490、比較例1491、比較例1492、比較例1493、比較例1494、比較例1495、比較例1496、比較例1497、比較例1498、比較例1499、比較例1500、比較例1501、比較例1502、比較例1503、比較例1504、比較例1505、比較例1506、比較例1507、比較例1508、比較例1509、比較例1510、比較例1511、比較例1512、比較例1513、比較例1514、比較例1515、比較例1516、比較例1517、比較例1518、比較例1519、比較例1520、比較例1521、比較例1522、比較例1523、比較例1524、比較例1525、比較例1526、比較例1527、比較例1528、比較例1529、比較例1530、比較例1531、比較例1532、比較例1533、比較例1534、比較例1535、比較例1536、比較例1537、比較例1538、比較例1539、比較例1540、比較例1541、比較例1542、比較例1543、比較例1544、比較例1545、比較例1546、比較例1547、比較例1548、比較例1549、比較例1550、比較例1551、比較例1552、比較例1553、比較例1554、比較例1555、比較例1556、比較例1557、比較例1558、比較例1559、比較例1560、比較例1561、比較例1562、比較例1563、比較例1564、比較例1565、比較例1566、比較例1567、比較例1568、比較例1569、比較例1570、比較例1571、比較例1572、比較例1573、比較例1574、比較例1575、比較例1576、比較例1577、比較例1578、比較例1579、比較例1580、比較例1581、比較例1582、比較例1583、比較例1584、比較例1585、比較例1586、比較例1587、比較例1588、比較例1589、比較例1590、比較例1591、比較例1592、比較例1593、比較例1594、比較例1595、比較例1596、比較例1597、比較例1598、比較例1599、比較例1600、比較例1601、比較例1602、比較例1603、比較例1604、比較例1605、比較例1606、比較例1607、比較例1608、比較例1609、比較例1610、比較例1611、比較例1612、比較例1613、比較例1614、比較例1615、比較例1616、比較例1617、比較例1618、比較例1619、比較例1620、比較例1621、比較例1622、比較例1623、比較例1624、比較例1625、比較例1626、比較例1627、比較例1628、比較例1629、比較例1630、比較例1631、比較例1632、比較例1633、比較例1634、比較例1635、比較例1636、比較例1637、比較例1638、比較例1639、比較例1640、比較例1641、比較例1642、比較例1643、比較例1644、比較例1645、比較例1646、比較例1647、比較例1648、比較例1649、比較例1650、比較例1651、比較例1652、比較例1653、比較例1654、比較例1655、比較例1656、比較例1657、比較例1658、比較例1659、比較例1660、比較例1661、比較例1662、比較例1663、比較例1664、比較例1665、比較例1666、比較例1667、比較例1668、比較例1669、比較例1670、比較例1671、比較例1672、比較例1673、比較例1674、比較例1675、比較例1676、比較例1677、比較例1678、比較例1679、比較例1680、比較例1681、比較例1682、比較例1683、比較例1684、比較例1685、比較例1686、比較例1687、比較例1688、比較例1689、比較例1690、比較例1691、比較例1692、比較例1693、比較例1694、比較例1695、比較例1696、比較例1697、比較例1698、比較例1699、比較例1700、比較例1701、比較例1702、比較例1703、比較例1704、比較例1705、比較例1706、比較例1707、比較例1708、比較例1709、比較例1710、比較例1711、比較例1712、比較例1713、比較例1714、比較例1715、比較例1716、比較例1717、比較例1718、比較例1719、比較例1720、比較例1721、比較例1722、比較例1723、比較例1724、比較例1725、比較例1726、比較例1727、比較例1728、比較例1729、比較例1730、比較例1731、比較例1732、比較例1733、比較例1734、比較例1735、比較例1736、比較例1737、比較例1738、比較例1739、比較例1740、比較例1741、比較例1742、比較例1743、比較例1744、比較例1745、比較例1746、比較例1747、比較例1748、比較例1749、比較例1750、比較例1751、比較例1752、比較例1753、比較例1754、比較例1755、比較例1756、比較例1757、比較例1758、比較例1759、比較例1760、比較例1761、比較例1762、比較例1763、比較例1764、比較例1765、比較例1766、比較例1767、比較例1768、比較例1769、比較例1770、比較例1771、比較例1772、比較例1773、比較例1774、比較例1775、比較例1776、比較例1777、比較例1778、比較例1779、比較例1780、比較例1781、比較例1782、比較例1783、比較例1784、比較例1785、比較例1786、比較例1787、比較例1788、比較例1789、比較例1790、比較例1791、比較例1792、比較例1793、比較例1794、比較例1795、比較例1796、比較例1797、比較例1798、比較例1799、比較例1800、比較例1801、比較例1802、比較例1803、比較例1804、比較例1805、比較例1806、比較例1807、比較例1808、比較例1809、比較例1810、比較例1811、比較例1812、比較例1813、比較例1814、比較例1815、比較例1816、比較例1817、比較例1818、比較例1819、比較例1820、比較例1821、比較例1822、比較例1823、比較例1824、比較例1825、比較例1826、比較例1827、比較例1828、比較例1829、比較例1830、比較例1831、比較例1832、比較例1833、比較例1834、比較例1835、比較例1836、比較例1837、比較例1838、比較例1839、比較例1840、比較例1841、比較例1842、比較例1843、比較例1844、比較例1845、比較例1846、比較例1847、比較例1848、比較例1849、比較例1850、比較例1851、比較例1852、比較例1853、比較例1854、比較例1855、比較例1856、比較例1857、比較例1858、比較例1859、比較例1860、比較例1861、比較例1862、比較例1863、比較例1864、比較例1865、比較例1866、比較例1867、比較例1868、比較例1869、比較例1870、比較例1871、比較例1872、比較例1873、比較例1874、比較例1875、比較例1876、比較例1877、比較例1878、比較例1879、比較例1880、比較例1881、比較例1882、比較例1883、比較例1884、比較例1885、比較例1886、比較例1887、比較例1888、比較例1889、比較例1890、比較例1891、比較例1892、比較例1893、比較例1894、比較例1895、比較例1896、比較例1897、比較例1898、比較例1899、比較例1900、比較例1901、比較例1902、比較例1903、比較例1904、比較例1905、比較例1906、比較例1907、比較例1908、比較例1909、比較例1910、比較例1911、比較例1912、比較例1913、比較例1914、比較例1915、比較例1916、比較例1917、比較例1918、比較例1919、比較例1920、比較例1921、比較例1922、比較例1923、比較例1924、比較例

フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 1 0 M 137/10	C 1 0 M 137/10	A
C 1 0 M 139/00	C 1 0 M 139/00	A
C 2 3 C 14/06	C 2 3 C 14/06	F
C 2 3 C 16/26	C 2 3 C 16/26	
// C 1 0 N 30:06	C 1 0 N 30:06	
C 1 0 N 40:02	C 1 0 N 40:02	
C 1 0 N 40:25	C 1 0 N 40:25	

(72)発明者 保田 芳輝

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 馬 豊

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 4H104 BB31C BE02C BF01C BF03C BH07C BJ05C DA02A EB02 LA03 PA01

PA41

4K029 BA34 BD04

4K030 BA28 LA23